

RANCANG BANGUN *MINI WEATHER STATION* MENGGUNAKAN WEB BERBASIS ARDUINO ATMEGA 2560

Zeta Hanif Salindri^{*)}, Darjat, and Munawar Agus Riyadi

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} Email : zeta.hanif@gmail.com

Abstrak

Peramalan cuaca dibuat dengan mengumpulkan data kuantitatif tentang keadaan atmosfer suatu tempat tertentu. Pemantauan kondisi cuaca pada suatu lingkungan saat ini dirasa sangat penting karena perubahan cuaca yang tak menentu setiap harinya. Maka dari itu pada penelitian kali ini muncul sebuah ide membuat *Mini Weather Station* (MWS) yang dapat diakses melalui website, sehingga pengguna dapat mengetahui perubahan cuaca di suatu daerah tanpa perlu datang ke daerah tersebut. Perancangan MWS ini menggunakan mikrokontroler Arduino ATmega 2560. Parameter cuaca yang diukur pada MWS meliputi suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor SHT11, kadar gas CO₂ menggunakan sensor MQ135, kadar gas CO menggunakan sensor MQ7, tekanan udara menggunakan sensor BMP180, serta curah hujan menggunakan *tipping bucket*. Hasil pengukuran kelima buah sensor tersebut ditampilkan melalui sebuah LCD 4x20 dan website dengan menggunakan modul GSM SIM900. Dari hasil pengujian yang dilakukan di BMKG didapat rata-rata error untuk suhu, kelembaban dan tekanan udara yaitu sebesar 0.17 °C, 1.42 %, dan 0.06 hPa. Hasil pengujian gas CO₂ dan CO dengan menggunakan gas analyzer didapat error sebesar 6.4 ppm dan 5.2 ppm. Berdasarkan standar World Meteorological Organization (WMO), error suhu, kelembaban dan tekanan udara MWS dengan AWS dapat diterima.

Kata Kunci: Arduino ATmega 2560, SHT11, MQ135, MQ7, BMP180, Tipping Bucket, Stasiun Cuaca, Website

Abstract

Weather forecasting is made by collecting quantitative data about atmospheric conditions of a particular place. Monitoring the weather conditions of an environment is considered very important because of erratic weather changes every day. Therefore in this study, appeared an idea to make the Mini-Weather Station (MWS) which can be accessed through the website, so users can find the weather change in an area without having to come to the area. MWS designed using a microcontroller Arduino ATmega 2560. Weather parameters measured by MWS include temperature and humidity using SHT11 sensor, CO₂ gas concentration using MQ135 sensor, CO gas concentration using MQ7 sensor, air pressure using BMP180 sensor, and precipitation using tipping bucket. The results of five measurements sensors is displayed through a 4x20 LCD and website using SIM900 GSM module. From test result performed in BMKG obtained average error of temperature, humidity and air pressure are 0.17 °C, 1.42 %, and 0.06 hPa. The test result of CO₂ and CO using gas analyzer obtained error of 6.4 ppm and 5.2 ppm. According to World Meteorological Organization's standard, error of MWS temperature, humidity and air pressure with AWS is acceptable.

Keywords: Arduino ATmega 2560, SHT11, MQ135, MQ7, BMP180, Tipping Bucket, Weather Station, Website

1. Pendahuluan

Peramalan cuaca merupakan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memprediksi keadaan atmosfer pada lokasi tertentu. Selama ini manusia telah berupaya untuk memprediksi cuaca informal selama berabad-abad sejak abad ke-19. Prakiraan cuaca dibuat dengan mengumpulkan data kuantitatif tentang keadaan atmosfer suatu tempat tertentu [1].

Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat. Cuaca itu terbentuk dari gabungan unsur cuaca dan jangka waktu cuaca bisa hanya beberapa jam saja. Misalnya pagi hari, siang hari, atau sore hari, dan keadaannya bisa berbeda-beda untuk setiap tempat serta jamnya. Ini didorong oleh tekanan udara (suhu dan kelembaban) yang berbeda antara satu tempat dengan tempat yang lainnya [1]. Di Indonesia keadaan cuaca selalu diumumkan untuk jangka waktu sekitar 24 jam melalui prakiraan cuaca hasil analisis Badan Meteorologi

Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Departemen Perhubungan.

Pemantauan kondisi cuaca pada suatu lingkungan saat ini dirasa sangat penting karena perubahan cuaca yang tak menentu setiap harinya. Informasi tentang kondisi cuaca dari beberapa tempat dapat dijadikan untuk ramalan cuaca harian atau prediksi kondisi cuaca beberapa hari mendatang. Informasi kondisi cuaca banyak digunakan di beberapa bidang seperti penerbangan, pertanian dan pelayaran.

Proses pemantauan cuaca konvensional biasanya menggunakan seperangkat sensor yang dipasang pada suatu lokasi. Proses pengambilan data cuaca dari beberapa tempat dilakukan secara manual dengan datang langsung ke lokasi dan mencatat data yang sudah tersimpan. Metode konvensional ini menyebabkan kesulitan untuk menempatkan perangkat sensor yang sulit dijangkau. Sebuah stasiun cuaca sederhana yang mampu mengambil data parameter kondisi dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kondisi cuaca lokal pada suatu tempat. Pembacaan data dapat dilakukan dengan cara pengiriman data melalui media komunikasi nirkabel melalui sebuah website. Data-data cuaca yang diperoleh kemudian diolah dan ditampilkan sehingga dapat dilihat statistika dari beberapa parameter cuaca yang sudah ditentukan.

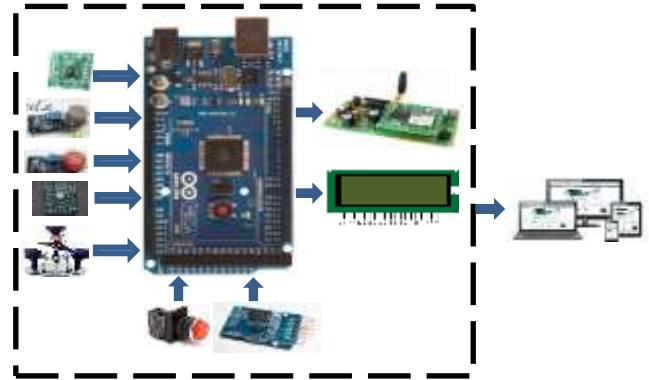
Alat yang dibuat untuk penelitian kali ini merupakan suatu sistem terpadu yang didesain untuk mengumpulkan data perubahan cuaca secara otomatis dan berkala. Karena 2 hal inilah muncul sebuah ide membuat *mini weather station* dengan menggunakan website, yang mana diharapkan memudahkan pengguna untuk mengecek terjadinya perubahan curah hujan, suhu dan kelembaban, tekanan udara pada suatu daerah dengan mengakses web. Sehingga pengguna dapat mengetahui perubahan cuaca di suatu daerah tanpa perlu datang ke daerah tersebut.

Stasiun cuaca sederhana dengan menggunakan mikrokontroler sebagai mainboard telah berhasil dibuat dengan beberapa parameter kondisi cuaca dan hasilnya ditampilkan lewat media sosial berupa facebook [2]. Pada penelitian kali ini akan dibuat stasiun cuaca sederhana berbasis Arduino Mega, dengan menggunakan sensor SHT11 yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, MQ135 untuk mengukur kadar gas CO₂ di udara bebas, MQ7 untuk mengukur gas CO, BMP180 untuk mengukur tekanan udara serta *tipping bucket* yang berfungsi untuk mengukur curah hujan. Hasil pengukuran kelima buah sensor utama akan ditampilkan melalui sebuah LCD 4x20 dan sebuah website untuk menampilkan data.

2. Metode

Perancangan alat *mini weather station* dengan Arduino Mega 2560 pada penelitian ini terdiri atas perangkat-keras

dan perangkat-lunak. Perancangan perangkat-keras (*hardware*) mencakup perangkat keras apa saja yang digunakan dalam pembuatan *mini weather station* ini, sedangkan perancangan perangkat-lunak (*software*) mencakup ke dalam pembuatan program untuk Arduino Mega 2560 sebagai unit pengendali dan pembuatan website. Blok rancangan perangkat-keras *mini weather station* berbasis ArduinoMega 2560 pada penelitian ini dapat dilihat di Gambar 5.



Gambar 1. Perancangan Sistem Mini Weather Station

Perancangan perangkat-keras ini terdiri atas Arduino Mega 2560, catu daya DC, sensor suhu dan kelembaban SHT11, sensor tekanan udara BMP180, sensor CO₂ MQ135, sensor CO MQ7, sensor curah hujan *tipping bucket*, sebuah website dan LCD 4x20 untuk menampilkan hasil pengukuran dari jaringan sensor.

1. Arduino Mega 2560 R3 yang berfungsi sebagai pusat pengendalian dan pengolahan data pada *mini weather station* dapat diprogram dengan bahasa Arduino.
2. Sensor SHT11 merupakan sensor yang akan mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban udara pada lingkungan sekitar.
3. Sensor Gas MQ135 merupakan sensor yang akan mendeteksi perubahan kadar gas CO₂ pada lingkungan.
4. Sensor gas MQ7 merupakan sensor pendeteksi gas CO pada udara.
5. Sensor BMP180 yang akan mendeteksi tekanan udara disekitar sensor.
6. *Tipping bucket* yang akan mendeteksi volume curah hujan.
7. LCD (*Lyquid Crystal Display*) 20x4 digunakan sebagai media tampilan (*display*) selama proses pengendalian berlangsung.
8. *Real Time Clock* DS3231 berfungsi sebagai sumber waktu yang akurat.
9. *Push Button* berfungsi sebagai unit masukan untuk keperluan *setting* ditempat.
10. Modem GSM digunakan untuk mengirimkan data yang didapat oleh sensor kemudian akan ditampilkan melalui *website*.

11. *Website* digunakan untuk memonitor kelima parameter (suhu, kelembaban, tekanan udara, curah hujan, kadar CO₂, kadar CO) secara *real time*.

2.1. Perancangan Rangkaian Sensor SHT11

Perancangan sistem alat pengukur suhu dan kelembaban ini, menggunakan modul yang sudah biasa digunakan sebagai pengukur suhu dan kelembaban berupa modul SHT11. Pin 1 Data dihubungkan ke *port* 14 Arduino dan pin 3 Clock dihubungkan ke *port* 15 Arduino.

2.2. Perancangan Rangkaian Sensor BMP180

Sensor tekanan udara yang digunakan adalah sensor BMP seri 180 dan merupakan versi terbaru dari sensor BMP085. Sensor ini didesain untuk terkoneksi langsung ke mikrokontroler melalui I²C dan memiliki sensitivitas terhadap tekanan dan suhu. Berdasarkan *datasheet*, sensor ini membutuhkan tegangan 3.3V untuk mengaktifkannya [16]. Pin SDA dihubungkan ke *port* 20 dan pin SCL dihubungkan ke *port* 21 Arduino.

2.3. Perancangan Rangkaian Sensor MQ135 dan MQ7

Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi CO₂ adalah sensor MQ seri 135 dan MQ seri 7 untuk mendeteksi gas CO₂. Sensor MQ135 ini memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap ammonia, sulfida, asap dan gas berbahaya. Sensor MQ7 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas CO (karbon monoksida) yang merupakan gas hasil pembakaran dari rokok atau kendaraan bermotor. Berdasarkan *datasheet*, sensor ini membutuhkan tegangan sebesar 5V.

2.4. Perancangan Rangkaian Sensor Tipping Bucket

Pada perancangan sensor curah hujan digunakan sensor *Tipping Bucket*. Ukuran *tipping bucket* yang digunakan pada penelitian ini adalah 0.5 mm. jadi tiap *tick* yang dihasilkan mewakili 0.5 mm. *Tipping bucket* ini menggunakan *reed switch* sebagai sensornya.

Keluaran sensor *reed switch* dihubungkan dengan salah satu pin pada Arduino yang kemudian akan di-*interrupt* jika terjadi perubahan logika. Perancangan sensor *tipping bucket* ini dialokasikan pada *port analog input* Arduino Mega yaitu pada *port* 13.

2.5. Perancangan LCD 4x20

Perancangan display untuk menampilkan nilai pembacaan sensor. *Liquid crystal display* (LCD) 4x20 karakter yang digunakan memiliki konfigurasi pin dari LCD dan alokasinya pada *port* Arduino dapat dilihat pada Gambar 6. Potensiometer 10K Ω yang dihubungkan dengan VLCD pada LCD berfungsi sebagai pengatur kontras yang mempengaruhi ketajaman karakter yang tampak pada

LCD. Potensiometer 10K Ω yang dihubungkan dengan +VBL pada LCD berfungsi sebagai pengatur pencahayaan *display* LCD.

2.6. Perancangan Modem GSM SIM900

Perancangan penelitian ini menggunakan modem GSM SIM900 untuk mengirimkan data yang didapat oleh sensor. Modem GSM ini dihubungkan melalui *port* 0 dan *port* 1 Arduino Mega 2560.

Komunikasi antara GSM SIM900 dengan Arduino Mega menggunakan komunikasi serial. Melalui komunikasi ini, semua data hasil pengukuran yang diperoleh sensor dapat dikirim secara rutin berdasarkan waktu tertentu yang telah ditentukan pada program Arduino.

2.7. Perancangan Real Time Clock (RTC)

RTC yang digunakan adalah IC RTC DS3231 sebagai input pemberi referensi waktu terhadap data yang akan diperoleh. Cara kerjanya adalah alamat dan data ditransmisikan secara serial melalui sebuah jalur data dua arah I2C. Karena menggunakan jalur data I2C maka hanya memerlukan dua buah pin saja untuk berkomunikasi yaitu pin data dan pin untuk sinyal *clock* (SDA dan SCL) sehingga Arduino dapat mengolah data dan *clock* yang diterima dari RTC untuk dijadikan referensi waktu. Pin SDA dihubungkan ke *port* 24 dan pin SCL ke *port* 22 Arduino.

2.8. Perancangan Push Button

Pada penelitian ini digunakan 5 buah *push button* yang berfungsi sebagai unit input dalam melakukan penyetingan alat. 5 buah *push button* digunakan dengan fungsi yang berbeda-beda. *Push button* berwarna merah sebagai tombol menu dan set. 2 *push button* berwarna kuning sebagai penggerak keatas dan kebawah, 2 *push button* berwarna hijau sebagai penggerak kekanan dan kekiri. Kelima buah *push button* ini dihubungkan ke Arduino melalui *port analog* 8 sampai 12.

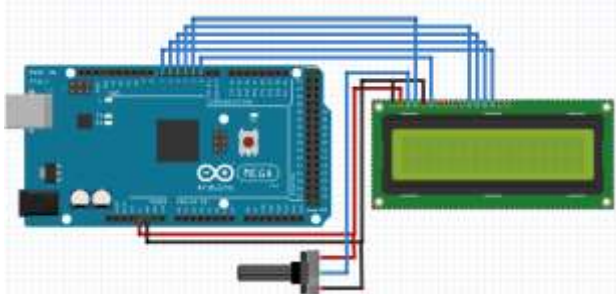
2.9. Perancangan Catu Daya

Gambar 7 menunjukkan rangkaian catu daya yang digunakan. Perancangan catu daya menggunakan trafo *step down* untuk menurunkan tegangan 220V AC. Setelah tegangan diturunkan selanjutnya disearahkan dengan dioda 1N4001. Dioda 1N4001 berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*) dari AC ke DC, sedangkan kapasitor 100nF dan 220 μ F berfungsi sebagai filter tegangan dc atau penghalus pulsa-pulsa tegangan yang dihasilkan oleh dioda penyearah. IC *voltage regulator* LM7805 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan trafo dari 9V menjadi 5V.

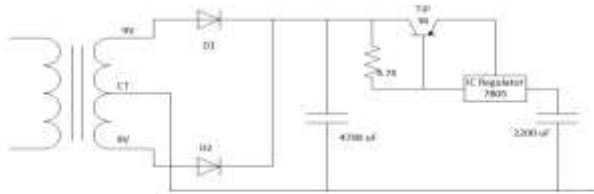
2.10. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) mencakup pembuatan program untuk Arduino Mega sebagai unit pengendali. Perangkat lunak merupakan suatu bagian

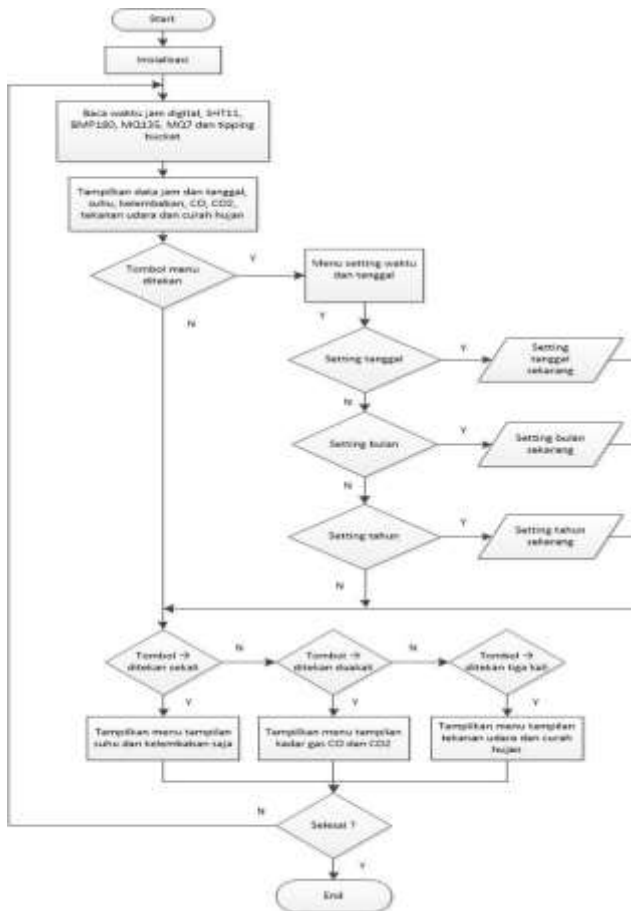
penting dalam pembuatan *prototype Mini Weather Station*. Dalam perancangan perangkat-lunak, penulis menuangkannya dalam bentuk *flowchart* agar lebih mudah dipahami. Gambar 8 adalah *flowchart* dari *Mini Weather Station*.



Gambar 2. Alokasi port untuk LCD



Gambar 3. Rangkaian catu daya



Gambar 4. Flowchart *Mini Weather Station*

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Menu Pada Tampilan LCD

Pengujian menu pada LCD dilakukan untuk mengetahui fungsi menu dari alat berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara menampilkan seluruh menu yang tersedia pada *Mini Weather Station*. Gambar 5 dan 6 merupakan menu untuk tampilan parameter sensor, yaitu tampilan menu *default* MWS, suhu dan kelembaban, tekanan udara dan curah hujan, serta kadar gas CO dan CO₂.

3.2. Pengujian Siklus Diurnal

Pengujian siklus diurnal yang telah dilakukan adalah siklus suhu, kelembaban dan tekanan udara yang dilakukan pada hari Jum'at, 27 November 2015, jam 07:00 sampai dengan 16:00. Pada pengujian ini dibandingkan nilai yang tertera pada AWS dan MWS. Hasil yang didapat berupa fluktuasi suhu, kelembaban dan tekanan udara pada jam tertentu.

Berdasarkan teori tentang suhu diurnal terdapat perbedaan suhu pada siang dan malam hari dikarenakan perbedaan penyinaran matahari. Gambar 7 merupakan grafik perbandingan suhu pada AWS dan MWS. Dari gambar di atas, suhu yang dihasilkan cenderung menurun. Dari jam 07:00:05 sampai jam 08:00:05 suhu menurun dari 32.4°C ke 32°C. Kemudian dilanjutkan dengan kenaikan pada jam 08:40:05 ke 32.4°C. Suhu pada MWS dan AWS menurun lagi sampai jam 12:40:05. Pada jam 10:00:05 suhu pada MWS dan AWS mengalami perbedaan paling besar yaitu 0.7053°C. Hal ini bisa terjadi karena dudukan yang digunakan untuk menutupi sensor terbuat dari bahan seng. Karena sifat seng yang menyerap panas sehingga sensor terpengaruh oleh panas yang diserap oleh seng. Suhu tertinggi dan terendah yang dicapai oleh AWS dan MWS yaitu sebesar 32.4°C dan 29.3°C.

Grafik kelembaban yang dihasilkan dari pengujian berbanding terbalik dengan grafik suhu. Grafik kelembaban mengalami kenaikan yang signifikan berbeda dengan grafik suhu yang mengalami penurunan. Gambar 8 menunjukkan grafik perbandingan kelembaban antara AWS dan MWS. Grafik yang dihasilkan dari data AWS dan MWS cenderung menaik. Dari data yang didapat, perbandingan kelembaban pada AWS dan MWS tidak terlalu jauh. Dari jam 07:00:05 sampai jam 15:40:05 kelembaban terus mengalami kenaikan. Akan tetapi, terdapat penurunan nilai kelembaban pada jam tertentu yaitu pada jam 09:10:05, 10:20:05 dan 12:30:05. Pada jam 09:10:05 nilai kelembaban pada AWS dan MWS sebesar 61.3976% dan 63.4%. Jam 10:20:05 nilai kelembaban pada AWS dan MWS sebesar 62.4918% dan 64.5%. Jam 12:30:05 nilai kelembaban pada AWS dan MWS sebesar 65.9321% dan 66.9%. Kelembaban

terendah dan tertinggi dari MWS sebesar 63.3% dan 71% sedangkan pada AWS sebesar 61.3976% dan 70.3995%.

Grafik tekanan udara yang dihasilkan dari pengujian cenderung mengalami kenaikan. Gambar 9 menunjukkan grafik perbandingan tekanan antara AWS dan MWS. Dari data yang didapat, perbandingan kelembaban pada AWS dan MWS tidak terlalu jauh. Kenaikan tekanan terjadi dari jam 07:00:05 sampai jam 15:00:05, selanjutnya tekanan mulai menurun. Tekanan udara puncak terjadi pada pukul 14:00:05 sampai 15:00:05. Tekanan udara terendah dan tertinggi dari MWS sebesar 1007 hPa dan 1011.4 hPa sedangkan pada AWS sebesar 1007.14 hPa dan 1011.49 hPa.



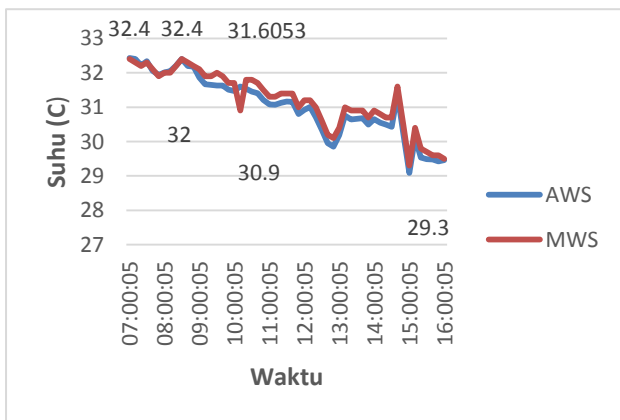
(a) (b)

Gambar 5. (a) Tampilan default MWS, (b) Tampilan Parameter Suhu dan Kelembaban

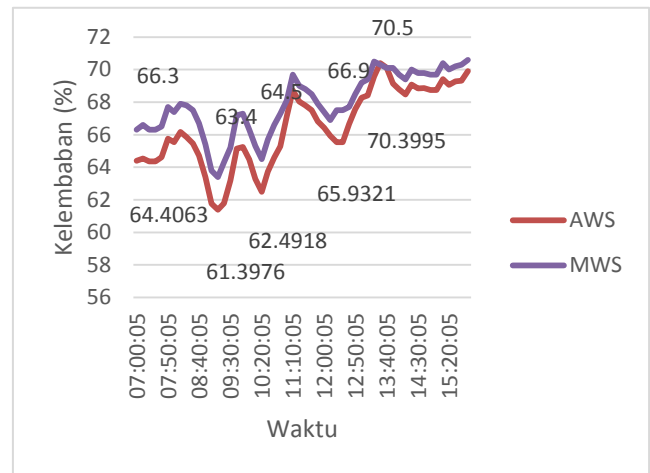


(a) (b)

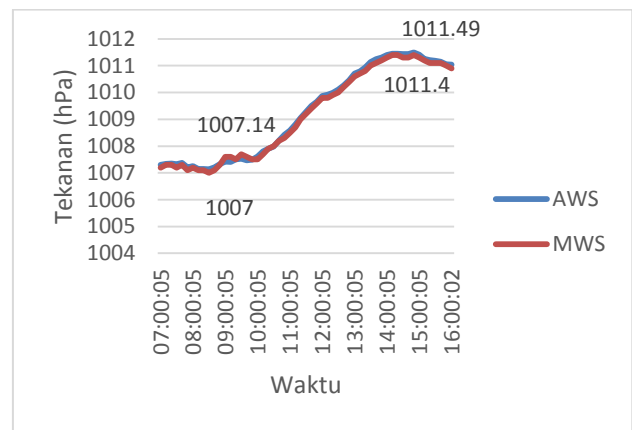
Gambar 6. (a) Tampilan Parameter Tekanan Udara dan Curah Hujan, (b) Tampilan Parameter Kadar Gas CO dan CO₂



Gambar 7. Grafik perbandingan suhu pada AWS dan MWS



Gambar.8 Grafik perbandingan kelembaban pada AWS dan MWS



Gambar 9. Grafik perbandingan tekanan udara pada AWS dan MWS

id waktu	suhu_rate	suhu_max	suhu_min
1 2015-11-15 14:06:50	33.4	34.6	32.3

Gambar 10. Data suhu rata-rata, maksimum dan minum yang sudah masuk ke dalam database

id waktu	rh_rate	rh_max	rh_min
1 2015-11-15 14:06:50	45	46	45

Gambar 11. Data kelembaban relatif rata-rata, maksimum dan minum yang sudah masuk ke dalam database

id_waktu	press_rate	press_max	press_min
1	13.2	14.2	12.8

Gambar 12. Data tekanan udara rata-rata, maksimum dan minum yang sudah masuk ke dalam database

Gambar 13. Tabel hasil pengukuran yang tertera pada website

3.3. Pengujian Sensor Gas

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sensor MQ135 dan mencatat data digital keluaran yang ditampilkan pada multimeter serta mencatat nilai ADC yang tertampil pada LCD. Tegangan terukur hasil perhitungan nilai ADC kemudian dibandingkan dengan tegangan yang diukur dengan multimeter merk Heles UX-839TR.

Tabel 2 dan Tabel 3 merupakan hasil pengujian tegangan. Dari Tabel 2 dan Tabel 3 terlihat bahwa terdapat selisih pengukuran masing-masing sensor yang rata-rata relatif kecil yaitu sebesar 0,06 volt dan 0,04 volt. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pembacaan nilai ADC yang selanjutnya diubah menjadi nilai tegangan telah berfungsi sebagaimana mestinya.

Tabel 4 dan Tabel 5 merupakan hasil pengujian dengan gas analyzer. Tabel 4 menunjukkan perbedaan nilai ppm yang dihasilkan oleh sensor MQ135 dengan STARGAS. Terdapat perbedaan nilai dengan rata-rata 6.4. Pada percobaan ke-2 terdapat selisih tertinggi perbedaan nilai ppm. Dengan demikian pembacaan nilai ppm gas CO2 sensor MQ135 sudah baik walaupun masih terdapat error. Tabel 5 menunjukkan perbedaan nilai ppm yang dihasilkan oleh sensor MQ7 dengan STARGAS. Terdapat perbedaan nilai dengan rata-rata 5.2. Pada percobaan ke-5 terdapat selisih tertinggi perbedaan nilai ppm. Dengan demikian pembacaan nilai ppm gas CO sensor MQ7 sudah baik walaupun masih terdapat error.

3.4. Pengujian Sensor Curah Hujan

Pada pengujian sensor curah hujan, digunakan variasi volume air untuk kalibrasi. Kalibrasi pada *tipping bucket*

dilakukan dengan cara menuangkan air pada *tipping bucket* dan membandingkan hasilnya dengan teori. Tabel 6 dan tabel 7 memperlihatkan hasil dari kalibrasi sensor curah hujan dan hasil pengujian. Untuk mengetahui keakuratan pada sensor curah hujan maka dilakukan tahap pengujian. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengisi bejana dengan air kemudian mengamati tampilan pada LCD. Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa setiap kali goyangan mewakili 0.5 mm. Hal tersebut telah sesuai dengan teori sensor curah hujan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa sensor curah hujan yang digunakan berjalan baik dan siap dipakai.

3.5. Pengujian Database dan Website

Pengujian *database* dilakukan dengan mengamati data sensor yang masuk ke *database*. Gambar 10, 11, 12, dan 13 memperlihatkan data sensor yang masuk ke *database*. Berdasarkan gambar 14 sampai 16 koneksi *database* sudah berhasil dilakukan. Dengan demikian data dari seluruh sensor sudah bisa disimpan dalam *database*.

Pengujian website dilakukan dengan cara mengamati data sensor yang tertera pada LCD dan website. Gambar 17 menunjukkan data-data sensor sudah berhasil ditampilkan pada website. Hal ini menunjukkan bahwa website sudah siap untuk digunakan.

Tabel 1. Hasil pengujian tegangan sensor gas MQ135

No	nilai ADC	Tegangan Multimeter (volt)	Tegangan Hasil Perhitungan (volt)	Selisih
1	314	1.47	1.53	0.06
2	328	1.54	1.6	0.06
3	331	1.56	1.62	0.06
4	333	1.56	1.63	0.07
5	337	1.59	1.65	0.06
6	339	1.6	1.66	0.06
7	342	1.61	1.67	0.06
8	347	1.63	1.69	0.06
9	358	1.7	1.75	0.05
10	405	1.91	1.98	0.07
Jumlah				0.6
Rata - rata				0.06

Tabel 2. Hasil pengujian tegangan sensor gas MQ7

No	Nilai ADC	Tegangan Multimeter (volt)	Tegangan Hasil Perhitungan (volt)	Selisih
1	115	0.52	0.56	0.04
2	127	0.59	0.62	0.03
3	134	0.6	0.65	0.05
4	158	0.73	0.77	0.04
5	170	0.8	0.83	0.03
6	211	0.9	1.03	0.02
7	193	0.79	0.94	0.04
8	172	0.78	0.84	0.05
9	169	0.87	0.83	0.05
10	187		0.91	0.04
Jumlah				0.40
Rata - rata				0.04

Tabel 3. Hasil pengujian Kadar Gas CO₂ MQ135 dengan STARGAS

No	Kadar Gas – STARGAS (ppm)	Kadar Gas – MQ135 (ppm)	Selisih ppm
1	100	107	7
2	300	311	11
3	500	508	8
4	700	706	6
5	1000	1000	0
Jumlah			32
Rata - rata			6.4

Tabel 4. Hasil pengujian Kadar Gas CO MQ7 dengan STARGAS

No	Kadar Gas – STARGAS (ppm)	Kadar Gas – MQ7 (ppm)	Selisih ppm
1	100	112	3
2	150	159	5
3	200	208	4
4	250	257	6
5	300	310	8
Jumlah			26
Rata - rata			5.2

Tabel 5. Hasil Kalibrasi Sensor Curah Hujan

No	Banyak Air (ml)	Banyak Tick (teori)	Banyak Tick (pengamatan)	Error (mm)
1.	240	24	24	0
2.	240	24	24	0
3.	330	33	33	0
4.	330	33	33	0
5.	600	60	60	0

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor Curah Hujan

No	Banyaknya Goyangan (tick)	Tampilan LCD (mm)
1.	4	2
2.	10	5
3.	15	7.5
4.	18	9
5.	24	12

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, pengukuran dan analisa yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dibuat alat stasiun cuaca mini dengan menggunakan sensor suhu dan kelembaban SHT11, *air quality* MQ135, tekanan udara BMP180 dan curah hujan tipe *tipping bucket* dengan menggunakan Arduino Mega 2560.
2. Pada pengujian suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor SHT11 dan AWS, terdapat perbedaan pengukuran yaitu *error* 0,17°C untuk suhu dan 1.42 % untuk kelembaban udara.
3. Pada pengujian tekanan udara dengan menggunakan sensor BMP180 dan AWS, terdapat perbedaan pengukuran yaitu *error* sebesar 0.06 hPa.

4. Tegangan output MQ135 dan MQ7 yang tertera pada multimeter sudah hampir sama dengan tegangan hasil perhitungan ADC yang keluar, tetapi masih terdapat *error* yaitu masing-masing sebesar 0.06 v dan 0.04 v.
5. Pengujian sensor MQ135 dan MQ7 dengan *gas analyzer* didapat rata-rata *error* sebesar 6.4 ppm untuk MQ135 dan 5.2 ppm untuk MQ7.
6. Hasil kalibrasi sensor *tipping bucket* sudah sesuai dengan teori dan tidak terdapat *error*.
7. Semua tampilan menu pada *mini weather station* sudah berfungsi dengan baik.
8. Pada pengujian *website*, tabel dan grafik sudah bisa ditampilkan pada *homepage* dan *database* sudah berjalan dengan baik.

Referensi

- [1]. K. Karthik, T. Suraj, K. Lokesh, P. Arum, “Arduino Based Weather Monitoring System,” *International Journal of Engineering Research and General Science.*, vol. 3, issue 2, page.452-458, March-April, 2015.
- [2]. S. Asep, S. Abas, F. Deinsyah, “Prototype Weather Station Berbasis Arduino Yun,” *Creative Communication and Innovative Technology*, Vol. 8, No.2, page. 58-65, Januari, 2015.
- [3]. Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Nomor : KEP-107/KABAPEDAL/11/1997, Tentang Pedoman Teknis Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara.
- [4]. A. Aldi , “Rancang Bangun Miniatur Stasiun Cuaca Berbasis Mikrokontroler,” Skripsi, Prog. Sarjana Ekstensi Fisika Instrumentasi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 2009.
- [5]. P. Ratih, B. Ahri, “Perancangan Sistem Kontrol Penerangan, Pendingin Ruangan, Dan Telepon Otomatis Terjadwal Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Departemen Teknik Elektro USU.*, vol. 4, no. 2, hal. 41-46, November, 2013.
- [6]. Padfield T., “The Interaction of Water Vapour With Paper in Small Space,” *Journal of the Society of Archivists*, vol: 4, no:1, pg. 1-17, November, 2006.
- [7]. A. Tahwida, M. Tahir, “The Relationship between Relative Humidity and the Dew Point Temperature in Khartoum State, Sudan,” *Journal of Applied and Industrial Sciences.*, vol. 1, no. 5, pg. 20-23, October, 2013.
- [8]. B. Afif, “Indeks Kualitas Udara,” *Jurnal Lapan*, vol.3, no.1, hal. 6-10, Maret, 2003.
- [9]. Mustofa, “Meteorologi dan Klimatologi,” STKIP PGRI, Pontianak, Indonesia.
- [10]. F. Akhmad, “Study Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Terhadap Operasi Penerbangan di Bandara H.A.S Hananjoeddin Buluh Tumbang Belitung Periode 1980-2010,” *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, vol 3, no 1, hal. 1-10, Juni, 2013.
- [11]. D. Aiguo, E. Kevin, “The Diurnal Cycle and Its Depiction in the Community Climate System Model,” *Journal of Climate.*, vol. 17, pg. 930-951, March, 2004.
- [12]. K. Hikmat, “Analisis Periodisitas Suhu dan Tekanan Paras Muka Laut di Indonesia dan Hubungannya Dengan Aktivitas Matahari,” Skripsi, Departemen Geofisika dan Meteorologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia, 2006.

- [13]. Martono, " Pola dan Tren Suhu Udara Pameungpeuk," Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY, Yogyakarta, 26 April 2014.
- [14]. Lubis. A, Yosi. M, "Kondisi Meteorologi Maritim dan Oseanografi Di Perairan Sekitar Pulau Kotok, Kepulauan Seribu : April 2011," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 4, No.1, Hlm. 24-34, Juni, 2012.
- [15]. Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor 23 Tahun 2015. Tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Kalibrasi Peralatan Pengamatan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- [16]. Datasheet Sensor BMP180. *Bosch Sensortech* .Tersedia : <http://www.adafruit.com/datasheets/BST-BMP180-DS000-09.pdf>